

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-028365

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G01C 19/56

G01P 9/04

(21)Application number : 10-211844

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 10.07.1998

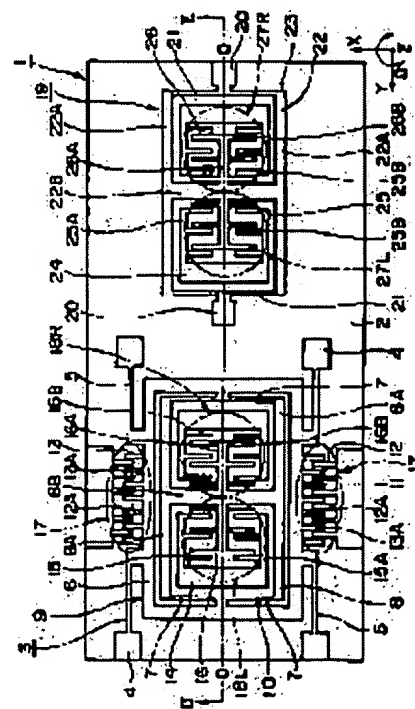
(72)Inventor : NEGORO YASUHIRO
MORIYA KAZUFUMI
YOSHINO SHIYOUGO
YACHI KANEO

(54) ANGULAR VELOCITY SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve detection sensitivity of angular velocity by detecting angular velocity without being affected by acceleration even when acceleration is added.

SOLUTION: In an angular velocity sensor 1, a substrate 2 is provided with an angular velocity detecting element 3 to detect angular velocity Ω about the z-axis and with an acceleration detecting element 19 to detect acceleration added along the y-axis at a location different from the angular velocity detecting element 3. The angular velocity detecting element 3 is constituted of the first and second supporting beams 5 and 7, the first and second oscillators 6 and 8, etc. The acceleration detecting element 19 is constituted of the third supporting beam 21, the third oscillator 22, etc. The first displacement detecting parts 18L and 18R detect the displacement of the second oscillator 8 along the y-axis to detect the angular velocity Ω . The second displacement detecting parts 27L and 27R detect the displacement of the third oscillator 22 along the y-axis to detect the displacement of the second oscillator 8 due to acceleration.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000028365
PUBLICATION DATE : 28-01-00

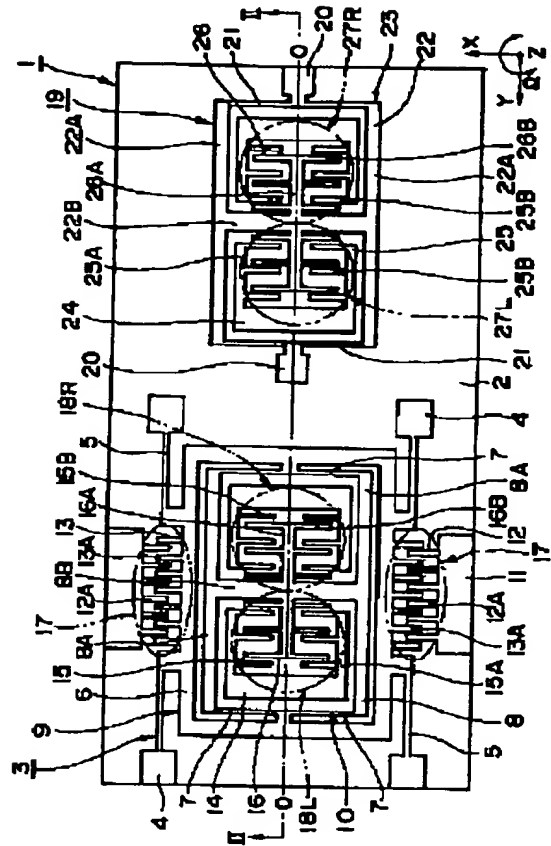
APPLICATION DATE : 10-07-98
APPLICATION NUMBER : 10211844

APPLICANT : MURATA MFG CO LTD;

INVENTOR : YACHI KANEO;

INT.CL. : G01C 19/56 G01P 9/04

TITLE : ANGULAR VELOCITY SENSOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve detection sensitivity of angular velocity by detecting angular velocity without being affected by acceleration even when acceleration is added.

SOLUTION: In an angular velocity sensor 1, a substrate 2 is provided with an angular velocity detecting element 3 to detect angular velocity Ω about the z-axis and with an acceleration detecting element 19 to detect acceleration added along the y-axis at a location different from the angular velocity detecting element 3. The angular velocity detecting element 3 is constituted of the first and second supporting beams 5 and 7, the first and second oscillators 6 and 8, etc. The acceleration detecting element 19 is constituted of the third supporting beam 21, the third oscillator 22, etc. The first displacement detecting parts 18L and 18R detect the displacement of the second oscillator 8 along the y-axis to detect the angular velocity Ω . The second displacement detecting parts 27L and 27R detect the displacement of the third oscillator 22 along the y-axis to detect the displacement of the second oscillator 8 due to acceleration.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It has the angular-velocity detecting element which detects the angular velocity which joins the surroundings of the 1st and 2nd shaft which is prepared in a substrate and this substrate and intersects perpendicularly horizontally to this substrate, and the 3rd shaft which intersects perpendicularly vertically. The 1st oscillating object which was supported by said substrate by the 1st supporting beam, and was prepared in the 1st shaft orientation possible [an oscillation] in this angular-velocity detecting element, this -- it being supported by the 1st oscillating object by the 2nd supporting beam, and with the 2nd oscillating object prepared in said 1st and 2nd shaft orientation possible [an oscillation] In the condition of having given the oscillation to the 1st oscillating object at the 1st shaft orientation with an oscillating generating means to vibrate said 1st oscillating object to the 1st shaft orientation, and this oscillating generating means In the angular-velocity sensor which it comes to constitute with an angular-velocity detection means to detect the variation rate to the 2nd shaft orientations produced on said 2nd oscillating object when angular velocity joins the surroundings of the 3rd shaft The acceleration detecting element which detects the acceleration which joins the 2nd shaft orientation in a different location from an angular-velocity detecting element is prepared in said substrate, and the 3rd supporting beam supports this acceleration detecting element. The 3rd oscillating object which can vibrate to the 2nd shaft orientation, the time of acceleration joining the 2nd shaft orientation -- this -- the angular-velocity sensor characterized by constituting with an acceleration detection means to detect the variation rate to the 2nd shaft orientations produced on the 3rd oscillating object.

[Claim 2] Said 3rd supporting beam is an angular-velocity sensor according to claim 1 which has a spring constant almost equal to the spring constant of said 2nd supporting beam, and comes to have mass with said 3rd oscillating object almost equal to said 2nd oscillating object.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is used for detecting the angular velocity which acts on the body which moves, for example, body of revolution, etc., and relates to a suitable angular-velocity sensor.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, what was indicated by JP,5-312576,A etc. is known as an angular-velocity sensor by the conventional technique.

[0003] Here, the angular-velocity sensor indicated by this JP,5-312576,A was formed in the substrate and this substrate, and is equipped with the angular-velocity detecting element which detects the angular velocity which joins the surroundings of the 1st and 2nd shaft which intersects perpendicularly horizontally to this substrate, and the 3rd shaft which intersects perpendicularly vertically.

[0004] And the 1st oscillating object which this angular-velocity detecting element was supported by the substrate by the 1st supporting beam, and was prepared in the 1st shaft orientation possible [an oscillation], this -- it being supported by the 1st oscillating object by the 2nd supporting beam, and with the 2nd oscillating object prepared in said 1st and 2nd shaft orientation possible [an oscillation] In the condition of having given the oscillation to the 1st oscillating object at the 1st shaft orientation with an oscillating generating means to vibrate said 1st oscillating object to the 1st shaft orientation, and this oscillating generating means When angular velocity joins the surroundings of the 3rd shaft, the profile configuration is carried out from an angular-velocity detection means to detect the variation rate to the 2nd shaft orientations produced on said 2nd oscillating object.

[0005] if the 1st oscillating object is vibrated to the 1st parallel shaft orientation to a substrate by this angular-velocity sensor here with an oscillating generating means -- this -- the 2nd oscillating object supported by the 1st oscillating object by the 2nd supporting beam also vibrates to the same shaft orientation and the 1st becoming shaft orientation. If the whole sensor rotates a revolving shaft (the 3rd shaft) vertical to this substrate as a core in the condition that this 2nd oscillating object is vibrating, the 2nd oscillating object will vibrate by the Coriolis force according to this turning effort in the oscillating direction of the 1st oscillating object, and the direction (the 2nd shaft orientation) which intersects perpendicularly. and an angular-velocity detection means -- this -- the variation rate at the time of an oscillation of the 2nd oscillating object -- the angular velocity which joined the whole sensor is detectable by detecting an amount.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, by the angular-velocity sensor by the conventional technique mentioned above, when acceleration joins the 2nd shaft orientation, the 2nd oscillating object displaces to the 2nd shaft orientation with this acceleration. At this time, an angular-velocity detection means is detected as what also depends the amount of displacement of the 2nd oscillating object by such acceleration on angular velocity. That is, even if it was a time of the whole sensor not rotating the 3rd shaft vertical to a substrate as a core, when acceleration joins the 2nd shaft orientation, an angular-velocity detection means will detect the amount of displacement of the 2nd oscillating object.

[0007] Thus, when acceleration joins the 2nd shaft orientation, in order to add the amount of displacement of the 2nd oscillating object by this acceleration as a noise, there is a problem that the detection precision of angular velocity falls.

[0008] This invention was made in view of the problem of the conventional technique mentioned above, and this

invention aims at offering the angular-velocity sensor which can detect the angular velocity which joins the surroundings of the 3rd shaft, even when acceleration joins the 2nd shaft orientation.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention is equipped with the angular-velocity detecting element which detects the angular velocity which joins the surroundings of the 1st and 2nd shaft which is prepared in a substrate and this substrate and intersects perpendicularly horizontally to this substrate, and the 3rd shaft which intersects perpendicularly vertically in order to solve the technical problem mentioned above. The 1st oscillating object which was supported by said substrate by the 1st supporting beam, and was prepared in the 1st shaft orientation possible [an oscillation] in this angular-velocity detecting element, this -- it being supported by the 1st oscillating object by the 2nd supporting beam, and with the 2nd oscillating object prepared in said 1st and 2nd shaft orientation possible [an oscillation] In the condition of having given the oscillation to the 1st oscillating object at the 1st shaft orientation with an oscillating generating means to vibrate said 1st oscillating object to the 1st shaft orientation, and this oscillating generating means When angular velocity joins the surroundings of the 3rd shaft, it is applied to the angular-velocity sensor constituted by angular-velocity detection means to detect the variation rate to the 2nd shaft orientations produced on said 2nd oscillating object.

[0010] And the description of a configuration of that invention of claim 1 adopts The acceleration detecting element which detects the acceleration which joins the 2nd shaft orientation in a different location from an angular-velocity detecting element is prepared in said substrate, and the 3rd supporting beam supports this acceleration detecting element. The 3rd oscillating object which can vibrate to the 2nd shaft orientation, the time of acceleration joining the 2nd shaft orientation -- this -- it is in having constituted with an acceleration detection means to detect the variation rate to the 2nd shaft orientations produced on the 3rd oscillating object.

[0011] Thus, by having constituted, the angular-velocity detecting element prepared in the substrate detects the 3rd circumference ***** angular velocity of a shaft. That is, an oscillating generating means vibrates the 1st and 2nd oscillating object to the 1st shaft orientations. And in the condition that the 2nd oscillating object is vibrating to the 1st shaft orientation, when the angular velocity of the circumference of the 3rd shaft joins the whole sensor, the 2nd oscillating object vibrates towards the 2nd shaft orientation by the Coriolis force according to this angular velocity. For this reason, an angular-velocity detection means detects the amount of displacement at the time of an oscillation of the 2nd oscillating object, and detects the angular velocity which joined the whole sensor.

[0012] Moreover, the acceleration detecting element prepared in the substrate in a different location from an angular-velocity detecting element detects the acceleration of the 2nd shaft orientations added to the whole sensor containing an angular-velocity detecting element. That is, when the acceleration of the 2nd shaft orientations joins the whole sensor, the 3rd oscillating object is displaced to the 2nd shaft orientation. Since an acceleration detection means detects the amount of displacement of the 3rd oscillating object at this time, only the angular velocity which joined the whole sensor is detected.

[0013] On the other hand, since the 2nd oscillating object is also displaced to the 2nd shaft orientation when the acceleration of the 2nd shaft orientations joins the whole sensor, in addition to the angular velocity which joined the whole sensor, an angular-velocity detection means also detects acceleration. At this time, only the angular velocity which joined the whole sensor is detectable by offsetting the detecting signal of an acceleration detection means from the detecting signal of an angular-velocity detection means.

[0014] Moreover, the 3rd supporting beam has a spring constant almost equal to the spring constant of said 2nd supporting beam, and invention of claim 2 has said 3rd oscillating object in having considered as the configuration which has mass almost equal to said 2nd oscillating object.

[0015] Thereby, when the acceleration of the 2nd shaft orientations joins the whole sensor, the amount of displacement which the 3rd oscillating object displaces to the 2nd shaft orientation with this acceleration, and the amount of displacement which the 2nd oscillating object displaces to the 2nd shaft orientation can be made almost equal. For this reason, the amount of displacement of the 2nd oscillating object by acceleration is detectable by detecting the amount of displacement of the 3rd oscillating object with an angular-velocity detection means.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the angular-velocity sensor concerning this invention is explained to a detail, referring to drawing 1 thru/or drawing 5 .

[0017] It is the substrate formed in the shape of [to which 1 makes an angular-velocity sensor and 2 makes the pedestal

of this angular-velocity sensor 1] a rectangle, and this substrate 2 is formed for example, with the glass ingredient. Moreover, the below-mentioned angular-velocity detecting element 3 and the below-mentioned acceleration detecting element 19 are prepared in the substrate 2. And while the angular-velocity detecting element 3 detects the angular velocity which joins the angular-velocity sensor 1, the acceleration detecting element 19 detects the acceleration which joins the angular-velocity sensor 1.

[0018] low [as for 3 / by which P, Sb, etc. were doped on the substrate 2] -- it is the angular-velocity detecting element formed with polish recon [****], single crystal silicon, etc., and this angular-velocity detecting element 3 is arranged in the left-hand side of a substrate 2, and consists of the below-mentioned supporter 4, the 1st supporting beam 5, the 1st oscillating object 6, the 2nd supporting beam 7, and the 2nd oscillating object 8 grade.

[0019] 4, 4, and -- are four supporters formed on the substrate 2, and this supporter 4 is arranged in the four corners of the angular-velocity detecting element 3 which makes the shape of an abbreviation square. And in each supporter 4, as for a mounting eclipse and these a total of four supporting beams 5, the end face side of the 1st supporting beam 5 is prolonged in the direction of a Y-axis (the 2nd shaft) towards the center section of the angular-velocity detecting element 3. Moreover, the 1st oscillating object 6 is attached in the head side of the 1st supporting beam 5. For this reason, the 1st oscillating object 6 is supported by these a total of four supporting beams 5 possible [an oscillation in the direction of the X-axis (the 1st shaft)].

[0020] the 1st oscillating object supported where 6 is estranged from the front face of said substrate 2 possible [the displacement to X shaft orientation] by the 1st supporting beam 5 -- it is -- this -- the 1st oscillating object 6 is formed in the shape of [rectangular] a frame, and the 2nd supporting beam 7 and the 2nd oscillating object 8 grade are arranged within the limit of the 1st oscillating object 6. Moreover, the long side of in front of the 1st oscillating object 6 and the back, towards outside the limit, the movable side vibrating electrodes 13 and 13 mentioned later project, and are formed.

[0021] 7, 7, and -- are the 2nd four supporting beams, and, as for this each supporting beam 7, the end face side is prolonged in X shaft orientations within the limit of a mounting eclipse and the 1st oscillating object 6 in the center of the short length side of the 1st oscillating object 6. And the head side of each supporting beam 7 is attached in the 2nd oscillating object 8.

[0022] the 2nd oscillating object with which 8 was arranged within the limit of the 1st oscillating object 6 -- it is -- this -- the 2nd oscillating object 8 is formed in the shape of abbreviation for H characters of two arm 8A prolonged in Y shaft orientations, and connection section 8B which connects this each arm 8A, and the ends side of each arm 8A is attached in the head side of each supporting beam 7. For this reason, the 2nd oscillating object 8 can vibrate on the 1st oscillating object 6 through four supporting beams 7 at a mounting eclipse and Y shaft orientation. Moreover, the movable side detection electrodes 16 and 16 later mentioned towards the left and the right are formed in the core of connection section 8B of the 2nd oscillating object 8.

[0023] Here, the vibration system 9 which vibrates to X shaft orientations which turn into the 1st shaft orientations with the 1st supporting beam 5, the 1st oscillating object 6, and the 2nd oscillating object 8 is constituted, and the detection system 10 which vibrates to Y shaft orientations which turn into the 2nd shaft orientations with said 2nd supporting beam 7 and the 2nd oscillating object 8 is constituted. And said vibration system 9 is the oscillation side resonance frequency f_1 set up with the mass of the 1st oscillating object 6 and the 2nd oscillating object 8, and the spring constant of the 1st supporting beam 5. It is the detection side resonance frequency f_2 to which it has and the detection system 10 is set with the mass of the 2nd oscillating object 8, and the spring constant of the 2nd supporting beam 7. It has.

[0024] Moreover, oscillation side resonance frequency f_1 of vibration system 9 It is set as the value with the almost equal detection side resonance frequency f_2 of the detection system 10. When Coriolis force F which acts on the 2nd oscillating object 8 is enlarged by this and angular velocity ω joins the surroundings of the Z-axis (the 3rd shaft), the variation rate of the 2nd oscillating object 8 can be more greatly carried out to Y shaft orientations.

[0025] 11 and 11 are the fixed parts for an oscillation estranged and prepared in the back in front of on a substrate 2, and this each fixed part 11 for an oscillation sandwiches the 1st oscillating object 6 from before and after, and is fixed and prepared on the substrate 2.

[0026] 12 and 12 are the fixed side vibrating electrodes formed by projecting towards the 1st oscillating object 6 from the fixed part 11 for an oscillation, and this each fixed side vibrating electrode 12 is constituted by six electrode plates 12A formed by projecting towards the fixed part 11 for an oscillation. And each electrode plate 12A has met the 1st oscillating object 6 by turns with each below-mentioned electrode plate 13A and the clearance which were really

formed.

[0027] 13 and 13 are the movable side vibrating electrodes formed in the 1st oscillating object 6, and this each movable side vibrating electrode 13 is arranged the long side of in front of the oscillating object 6 and the back. And the movable side vibrating electrode 13 is constituted towards the fixed part 11 for an oscillation by seven electrode plates 13A which projected backward the front, and such electrode plate 13A is arranged pectinate. And the movable side vibrating electrode 13 constitutes the oscillating generating section 17 with the fixed side vibrating electrode 12.

[0028] 14 and 14 are the fixed parts for detection which estranged the left and rightward and were prepared in the substrate 2, and this each fixed part 14 for detection is arranged in the space surrounded with the 2nd supporting beam 7 and the 2nd oscillating object 8.

[0029] 15 and 15 are the fixed side detection electrodes prepared in the fixed part 14 for detection, and each of this fixed side detection electrode 15 consists of six electrode plates 15B by which projection formation was carried out towards the inside from this arm 15A so that it may meet by turns before the fixed part 14 for detection with arm 15A prolonged the left and rightward from after both sides, each electrode plate 16B of the movable side detection electrode 16 mentioned later, and a clearance.

[0030] 16 and 16 are the movable side detection electrodes formed by projecting towards the left and the right from the core of connection section 8B of the 2nd oscillating object 8. This each movable side detection electrode 16 It is formed in the shape of an antenna of arm 16A prolonged in Y shaft orientations along with axis O-O, and six electrode plates 16B prolonged towards the back (X shaft orientations) a front at equal spacing in this arm 16A. And the movable side detection electrode 16 constitutes the 1st displacement detecting element 18L and 18R with the fixed side detection electrode 15.

[0031] And four angular-velocity detecting elements 3 are supported for the 1st supporting beam 5, the 1st oscillating object 6, the 2nd supporting beam 7, and the 2nd oscillating object 8, after only each supporter 4 fixed to the substrate 2 and has estranged predetermined spacing from said substrate 2. moreover, every -- since it is elongating to Y shaft orientations, the 1st supporting beam 5 carries out the variation rate of the 1st oscillating object 6 to X shaft orientation by sagging X shaft orientations -- making -- every -- since it is elongating to X shaft orientations, the 2nd supporting beam 7 can carry out the variation rate of the 2nd oscillating object 8 to Y shaft orientation by sagging Y shaft orientations.

[0032] 17 and 17 are the oscillating generating sections estranged and prepared in the back a front, this each oscillating generating section 17 is constituted by the fixed side vibrating electrode 12 and the movable side vibrating electrode 13, and the respectively equal clearance is formed between each electrode plate 12A of the fixed side vibrating electrode 12, and each electrode plate 13A of the movable side vibrating electrode 13.

[0033] Frequency f_0 which serves as an opposite phase here between the fixed side vibrating electrode 12 and the movable side vibrating electrode 13 If driving signals, such as a pulse wave or a sine wave, are impressed, between electrode plate 12A located in the back in front, and 13A, electrostatic attraction will occur by turns, and contiguity and alienation will be repeated in each oscillating generating section 17. Thereby, each oscillating generating section 17 vibrates the 1st oscillating object 6 and the 2nd oscillating object 8 grade to X shaft orientation.

[0034] 18L and 18R are the left as an angular-velocity detection means, and the 1st displacement detecting element located in the right, and these each displacement detecting elements 18L and 18R are constituted by the fixed side detection electrode 15 and the movable side detection electrode 16.

[0035] Moreover, when each displacement detecting elements 18L and 18R are in the condition which shows in drawing 3 at the time of the first stage and electrode plate 15B of the fixed side detection electrode 15 and electrode plate 16B of the movable side detection electrode 16 are made to meet by turns, a left-hand side variation rate -- alienation of the ***** electrode plates 15B and 16B of detecting-element 18L -- the alienation of a clearance with a narrow dimension -- dimension d_0 large alienation of a clearance -- dimension d_0' is in the condition of having been located by turns.

[0036] on the other hand -- a right-hand side variation rate -- detecting-element 18R -- a left-hand side variation rate -- it constitutes like detecting-element 18L -- having -- alienation of the ***** electrode plates 15B and 16B -- the alienation of a clearance with a narrow dimension -- dimension d_0 large alienation of a clearance -- dimension d_0' is in the condition of having been located by turns. and a left-hand side variation rate -- alienation of the electrode plates 15B and 16B of detecting-element 18L -- a dimension d_0 and the variation rate of d_0' and right-hand side -- alienation of the electrode plates 15B and 16B of detecting-element 18R -- a dimension d_0 and d_0' have relation of axial

symmetry on the left and right both sides on both sides of connection section 8B.

[0037] for this reason, the time of the first stage -- setting -- narrow alienation of a clearance -- dimension d0 Electrostatic capacity C0 of the parallel plate capacitor to twist the same -- the time of the first stage -- setting -- large alienation of a clearance -- the relation with electrostatic-capacity C0 ' of the parallel plate capacitor by dimension d0 ' becomes like [with the one following].

[0038]

[Equation 1] $C_0 \gg C_0'$ [0039] for this reason, the alienation with a clearance narrow at the time of the first stage when the angular-velocity detecting element 3 is not operating -- dimension d0 Only the side is constituted as a parallel plate capacitor. consequently -- the time of angular velocity ω acting on the angular-velocity detection sensor 1 -- each -- a variation rate -- detecting elements 18L and 18R -- narrow alienation of the clearance between each electrode plate 15B and 16B -- dimension d0 Change is detected as change of electrostatic capacity.

[0040] 19 is the acceleration detecting element formed on the substrate 2 with polish recon, single crystal silicon, etc. like the angular-velocity detecting element 3, and this acceleration detecting element 19 is arranged in the right-hand side of a substrate 2 as shown in drawing 1 and drawing 2 as a location which is different in the angular-velocity detecting element 3, and it consists of a below-mentioned supporter 20, the 3rd supporting beam 21, and the 3rd oscillating object 22 grade.

[0041] 20 and 20 are two supporters formed on the substrate 2, and this each supporter 20 is arranged in the rightward left [of the acceleration detecting element 19 which makes the shape of an abbreviation square], and ends side. And in each supporter 20, two were attached in the 3rd supporting beam 21 at a time, and it has extended toward X shaft orientations, respectively. Moreover, the head side of each supporting beam 21 is attached in the 3rd oscillating object 22. And since the linear dimension prolonged in the shape of a long picture is formed in the dimension almost equal to the 2nd supporting beam 7, the 3rd supporting beam 21 serves as a value also with the spring constant almost equal to the 2nd supporting beam 7.

[0042] 22 -- the 3rd oscillating object -- it is -- this -- the 3rd oscillating object 22 is formed in the shape of abbreviation for H characters of connection section 22B which connects two arm 22A and this each arm 22A almost like the 2nd oscillating object 8, and the ends side of each arm 22A is attached in the head side of each supporting beam 21. For this reason, the 3rd oscillating object 22 can vibrate in a mounting eclipse and the direction of a Y-axis (the 2nd shaft) to a supporter 20 through four supporting beams 21. Moreover, the movable side detection electrodes 26 and 26 later mentioned towards the left and the right are formed in the core of connection section 22B of the 3rd oscillating object 22. And the mass of the 3rd oscillating object 22 is set as the value almost equal to the mass of the 2nd oscillating object 8.

[0043] Here, the detection system 23 which vibrates to Y shaft orientation which turns into the 2nd shaft orientations with the 3rd supporting beam 21 and the 3rd oscillating object 22 is constituted. And the detection system 23 is the detection side resonance frequency f3 set up with the mass of the 3rd oscillating object 22, and the spring constant of the 3rd supporting beam 21. It has. Moreover, since it is almost equal to the 2nd oscillating object 8 and the spring constant of the 3rd supporting beam 21 is almost equal to the spring constant of the 2nd supporting beam 7, the mass of the 3rd oscillating object 22 is the detection side resonance frequency f3 of the detection system 23. Detection side resonance frequency f2 of the detection system 10 It is set as the almost equal value.

[0044] 24 and 24 are the fixed parts for detection which estranged the left and rightward and were prepared in the substrate 2, and this each fixed part 24 for detection is arranged in the space surrounded with the 3rd supporting beam 21 and the 3rd oscillating object 22.

[0045] 25 and 25 are the fixed side detection electrodes prepared in the fixed part 24 for detection, and this each fixed side detection electrode 25 consists of six electrode plates 25B formed by projecting towards the inside from this arm 25A so that it may meet by turns before the fixed part 24 for detection with arm 25A prolonged the left and rightward from after both sides, each electrode plate 26B of the movable side detection electrode 26 mentioned later, and a clearance.

[0046] 26 and 26 are the movable side detection electrodes formed towards the left and the right from the core of connection section 22B of the 3rd oscillating object 22. This each movable side detection electrode 26 It is formed almost like the movable side detection electrode 16 of the 2nd oscillating object 8, and is formed in the shape of an antenna of arm 26A prolonged in Y shaft orientations along with axis O-O, and six electrode plates 26B prolonged towards the back (X shaft orientations) a front at equal spacing in this arm 26A. And this movable side detection

electrode 26 constitutes the 2nd displacement detecting element 27L and 27R with the fixed side detection electrode 25.

[0047] And two acceleration detecting elements 19 are supported for the 3rd supporting beam 21 and the 3rd oscillating object 22, after only each supporter 20 fixed to the substrate 2 and has estranged predetermined spacing from said substrate 2. Moreover, since it is elongating to X shaft orientations, each 3rd supporting beam 21 can carry out the variation rate of the 3rd oscillating object 22 to Y shaft orientation by sagging Y shaft orientations.

[0048] 27L and 27R are the left as an acceleration detection means, and the 2nd displacement detecting element located in the right, and these each displacement detecting elements 27L and 27R are constituted by the fixed side detection electrode 25 and the movable side detection electrode 26.

[0049] Moreover, each displacement detecting elements 27L and 27R are constituted almost like the displacement detecting elements 18L and 18R of the angular-velocity detecting element 3, as shown in drawing 3. namely, the time of making electrode plate 25B of the fixed side detection electrode 25, and electrode plate 26B of the movable side detection electrode 26 meet by turns at the time of the first stage -- a left-hand side variation rate -- alienation of the ***** electrode plates 25B and 26B of detecting-element 27L -- the alienation of a clearance with a narrow dimension -- dimension d0 large alienation of a clearance -- dimension d0 ' is in the condition of having been located by turns.

[0050] on the other hand -- a right-hand side variation rate -- alienation of the ***** electrode plates 25B and 26B of detecting-element 27R -- the alienation of a clearance with a narrow dimension -- dimension d0 large alienation of a clearance -- dimension d0 ' is in the condition of having been located by turns. and a left-hand side variation rate -- alienation of the electrode plates 25B and 26B of detecting-element 27L -- a dimension d0 and the variation rate of d0 ' and right-hand side -- alienation of the electrode plates 25B and 26B of detecting-element 27R -- a dimension d0 and d0 ' have relation of axial symmetry on the left and right both sides on both sides of connection section 22B.

[0051] for this reason -- each -- a variation rate -- detecting elements 27L and 27R -- the 1st variation rate -- detecting elements 18L and 18R -- the same -- narrow alienation of a clearance -- dimension d0 only a side constitutes as a parallel plate capacitor -- having -- alienation -- dimension d0 Near electrostatic capacity C1 the 1st variation rate -- electrostatic capacity C0 of detecting elements 18L and 18R It is set as the almost equal value. consequently -- the time of acceleration G acting on the angular-velocity sensing element 1 -- a variation rate -- detecting elements 27L and 27R -- narrow alienation of the clearance between each electrode plate 25B and 26B -- dimension d0 Change is detected as change of electrostatic capacity.

[0052] The angular-velocity sensor 1 by the gestalt of this operation is constituted as mentioned above, and it is explained, referring to drawing 4 about the fundamental detection actuation at the time of next applying angular velocity omega to the circumference of the Z-axis.

[0053] First, about the angular-velocity detecting element 3, if the driving signal used as an opposite phase is impressed to the oscillating generating section 17 located in right and left, it will act by turns to the oscillating generating sections 17 and 17 of right and left of electrostatic attraction between each electrode plate 12A and 13A, and the 1st oscillating object 6 and the 2nd oscillating object 8 will generate an oscillation in X shaft orientation. In this case, only by each 1st supporting beam 5 bending in X shaft orientations, since the 2nd supporting beam 7 does not bend in X shaft orientations, the 2nd oscillating object 8 also vibrates only to X shaft orientation.

[0054] In this condition, if angular velocity omega joins the surroundings of the Z-axis (the 3rd shaft), Coriolis force F (inertia force) shown in the direction of a Y-axis (the 2nd shaft) following several 2 will occur.

[0055]

[Equation 2] $F = 2m\omega v$: -- mass omega:angular-velocity v: of the 2nd oscillating object 8 -- the rate [0056] of X shaft orientations of the 2nd oscillating object 8 And by this Coriolis force F, the 2nd oscillating object 8 vibrates to Y shaft orientation, can detect the vibration displacement of this 2nd oscillating object 8 by the 1st displacement detecting element 18L and 18R as change of the electrostatic capacity between the fixed side detection electrode 15 and the movable side detection electrode 16, and can detect the angular velocity omega of the circumference of the Z-axis.

[0057] especially -- the 1st variation rate -- each electrode plates 15B and 16B of detecting elements 18L and 18R -- connection section 8B -- inserting -- the left and right both sides -- it is -- alienation -- alienation of a dimension d0 and d0 ' -- it is arranged so that the relation to axial symmetry may become. for this reason -- the time of the 2nd oscillating object 8 displacing on left-hand side, as shown in drawing 4 -- the variation rate on the left-hand side of connection section 8B -- detecting-element 18L -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- dimension d0 a variation rate -- only a dimension (-deltadc0) becomes small. At this time, it outputs a signal that the displacement capacity

($+\Delta Cc0$) of left-hand side displacement detecting-element 18L is only strange.

[0058] here -- a variation rate -- a dimension ($-\Delta dc0$) -- Coriolis force F -- the 2nd oscillating object 8 -- displacing -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- the alienation at the time of the first stage -- dimension d0 the alienation when receiving and decreasing -- a changed part of a dimension is shown. moreover, a variation rate -- capacity ($+\Delta Cc0$) -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- a variation rate -- a dimension ($-\Delta dc0$) -- decreasing -- the electrostatic capacity between electrode plate 15B and 16B -- electrostatic capacity C0 at the time of the first stage It receives and a changed part of the electrostatic capacity when increasing is shown.

[0059] on the other hand -- the variation rate on the right-hand side of connection section 8B -- detecting-element 18R -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- dimension d0 a variation rate -- only a dimension ($+\Delta dc0$) becomes large. At this time, it outputs a signal that the displacement capacity ($-\Delta Cc0$) of right-hand side displacement detecting-element 18R is only strange. That is, when the 2nd oscillating object 8 displaces on left-hand side, the displacement dimension of the displacement detecting elements 18L and 18R of left-hand side and right-hand side and displacement capacity come to be shown in the following table 1.

[0060] here -- a variation rate -- a dimension ($+\Delta dc0$) -- Coriolis force F -- the 2nd oscillating object 8 -- displacing -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- the alienation at the time of the first stage -- dimension d0 the alienation when receiving and increasing -- a changed part of a dimension is shown. moreover, a variation rate -- capacity ($-\Delta Cc0$) -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- a variation rate -- a dimension ($+\Delta dc0$) -- increasing -- the electrostatic capacity between electrode plate 15B and 16B -- electrostatic capacity C0 at the time of the first stage It receives and a changed part of the electrostatic capacity when decreasing is shown.

[0061]

[A table 1]

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部 18 L	$-\Delta dc0$	$+\Delta Cc0$
右側の変位検出部 18 R	$+\Delta dc0$	$-\Delta Cc0$

[0062] and a left-hand side variation rate -- the variation rate by detecting-element 18L -- the variation rate of a signal to right-hand side -- the variation rate by detecting-element 18R -- subtracting, as a signal is shown in the three following -- the variation rate of ($2x\Delta Cc0$) -- a signal is detectable. Thereby, the detection precision of angular velocity omega can be raised.

[0063]

[Equation 3] ($2x\Delta Cc0$) = $+\Delta Cc0 - (-\Delta Cc0)$

[0064] On the other hand, about the acceleration detecting element 19, since Coriolis force F does not act, even when the angular velocity omega of the circumference of the Z-axis is added, the 3rd oscillating object 22 does not displace it. For this reason, at the 2nd displacement detecting element 27L and 27R, it is the electrostatic capacity C1 between the fixed side detection electrode 25 and the movable side detection electrode 26. It does not change and a displacement signal is not outputted from the 2nd displacement detecting element 27L and 27R.

[0065] In addition, although the time of the 2nd oscillating object 8 displacing on left-hand side by Coriolis force F of angular velocity omega was explained, even if it is a time of the 2nd oscillating object 8 displacing on right-hand side by Coriolis force F, the almost same displacement signal is detectable, except that the sign of displacement capacity changes. namely, a left-hand side variation rate -- detecting-element 18L -- a variation rate -- the variation rate of capacity ($-\Delta Cc0$) -- a signal -- outputting -- a right-hand side variation rate -- detecting-element 18R -- a variation rate -- the variation rate of capacity ($+\Delta Cc0$) -- a signal is outputted. several 3 [for this reason,] -- the same -- two variation rates -- subtracting a signal -- the variation rate of $\{2x(-\Delta Cc0)\}$ -- a signal is detectable.

[0066] Next, it explains, referring to [drawing 5](#) and [drawing 6](#) about the detection actuation at the time of applying acceleration G to Y shaft orientations, applying angular velocity omega to the circumference of the Z-axis.

[0067] First, about the angular-velocity detecting element 3, the driving signal used as an opposite phase is impressed to the oscillating generating section 17 located in right and left, and the 1st oscillating object 6 and the 2nd oscillating

object 8 are vibrated to X shaft orientation. If angular velocity ω joins the surroundings of the Z-axis in this condition, the 2nd oscillating object 8 will vibrate to Y shaft orientation by Coriolis force F.

[0068] Moreover, when the other acceleration G acts on the whole angular-velocity sensor 1 on right-hand side in accordance with Y shaft orientations, the 2nd oscillating object 8 is displaced to Y shaft orientation toward the left-hand side which serves as this acceleration G with hard flow. Thus, Coriolis force F and acceleration G according [the 2nd oscillating object 8] to angular velocity ω will act.

[0069] for this reason, when the 2nd oscillating object 8 displaces on left-hand side by Coriolis force F while the other acceleration G joins right-hand side in accordance with Y shaft orientations as shown in drawing 5 the variation rate on the left-hand side of connection section 8B -- detecting-element 18L -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- the variation rate according [a dimension d_0] to Coriolis force F -- a dimension $(-\Delta d_{c0})$ -- adding -- the variation rate of acceleration G -- only a dimension $(-\Delta d_{g0})$ becomes small $(-\Delta d_{c0}-\Delta d_{g0})$. for this reason, a left-hand side variation rate -- the variation rate according [detecting-element 18L] to Coriolis force F -- the variation rate by capacity $(+\Delta C_{c0})$ and acceleration G -- the variation rate which applied capacity $(+\Delta C_{g0})$ -- the variation rate of capacity $(+\Delta C_{c0}+\Delta C_{g0})$ -- a signal is outputted.

[0070] here -- a variation rate -- a dimension $(-\Delta d_{g0})$ -- acceleration G -- the 2nd oscillating object 8 -- displacing -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- the alienation at the time of the first stage -- dimension d_0 the alienation when receiving and decreasing -- a changed part of a dimension is shown. moreover, a variation rate -- capacity $(+\Delta C_{g0})$ -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- a variation rate -- a dimension $(-\Delta d_{g0})$ -- decreasing -- the electrostatic capacity between electrode plate 15B and 16B -- electrostatic capacity C_0 at the time of the first stage It receives and a changed part of the electrostatic capacity when increasing is shown.

[0071] on the other hand -- the variation rate on the right-hand side of connection section 8B -- detecting-element 18R -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- dimension d_0 the variation rate by Coriolis force F -- a dimension $(+\Delta d_{c0})$ -- adding -- the variation rate of acceleration G -- only a dimension $(+\Delta d_{g0})$ becomes large $(+\Delta d_{c0}+\Delta d_{g0})$. for this reason, a right-hand side variation rate -- the variation rate according [detecting-element 18R] to Coriolis force F -- the variation rate by capacity $(-\Delta C_{c0})$ and acceleration G -- the variation rate which applied capacity $(-\Delta C_{g0})$ -- the variation rate of capacity $(-\Delta C_{c0}-\Delta C_{g0})$ -- a signal is outputted. That is, while the other acceleration G joins right-hand side in accordance with Y shaft orientations, when the 2nd oscillating object 8 displaces on left-hand side by Coriolis force F, the displacement dimension of the displacement detecting elements 18L and 18R of left-hand side and right-hand side and displacement capacity come to be shown in the following table 2.

[0072] here -- a variation rate -- a dimension $(+\Delta d_{g0})$ -- acceleration G -- the 2nd oscillating object 8 -- displacing -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- the alienation at the time of the first stage -- dimension d_0 the alienation when receiving and increasing -- a changed part of a dimension is shown. moreover, a variation rate -- capacity $(-\Delta C_{g0})$ -- the alienation between electrode plate 15B and 16B -- a dimension -- a variation rate -- a dimension $(+\Delta d_{g0})$ -- increasing -- the electrostatic capacity between electrode plate 15B and 16B -- electrostatic capacity C_0 at the time of the first stage It receives and a changed part of the electrostatic capacity when decreasing is shown.

[0073]

[A table 2]

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部 1 8 L	$-\Delta d_{c0}-\Delta d_{g0}$	$+\Delta C_{c0}+\Delta C_{g0}$
右側の変位検出部 1 8 R	$+\Delta d_{c0}+\Delta d_{g0}$	$-\Delta C_{c0}-\Delta C_{g0}$

[0074] and a left-hand side variation rate -- the variation rate by detecting-element 18L -- the variation rate of a signal to right-hand side -- the variation rate by detecting-element 18R -- the time of subtracting, as a signal is shown in the four following -- the variation rate of $(2\Delta C_{c0}+2\Delta C_{g0})$ -- a signal will be detected.

[0075]

[Equation 4] $(2\Delta C_{c0}+2\Delta C_{g0}) = +\Delta C_{c0}+\Delta C_{g0} - (-\Delta C_{c0}-\Delta C_{g0})$

[0076] for this reason -- each -- a variation rate -- the variation rate outputted from detecting elements 18L and 18R --

the variation rate according to angular velocity ω in a signal -- the variation rate according to acceleration G to a signal ($2\Delta Cc0$) -- a signal ($2\Delta Cg0$) will be added as a noise.

[0077] On the other hand, with acceleration G , since the acceleration G of Y shaft orientations acts also about the acceleration detecting element 19, the 3rd oscillating object 22 displaces only the displacement dimension $\Delta dg0$ on left-hand side, as shown in drawing 6. for this reason -- the time of the 3rd oscillating object 22 displacing on left-hand side with acceleration G -- the variation rate on the left-hand side of connection section 22B -- detecting-element 27L -- the alienation between electrode plate 25B and 26B -- dimension $d0$ a variation rate -- only a dimension ($-\Delta dg0$) becomes small. At this time, it outputs a signal that the displacement capacity ($+\Delta Cg0$) of left-hand side displacement detecting-element 27L is only strange.

[0078] on the other hand -- the variation rate on the right-hand side of connection section 22B -- a detecting element 27 -- the alienation between electrode plate 25B and 26B -- dimension $d0$ a variation rate -- only a dimension ($+\Delta dg0$) becomes large. At this time, it outputs a signal that the displacement capacity ($-\Delta Cg0$) of right-hand side displacement detecting-element 27R is only strange. That is, when the other acceleration G joins right-hand side, the left, the displacement dimension of the right-hand side displacement detecting elements 27L and 27R, and displacement capacity come to be shown in the following table 3.

[0079]

[A table 3]

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部 27L	$-\Delta dg0$	$+\Delta Cg0$
右側の変位検出部 27R	$+\Delta dg0$	$-\Delta Cg0$

[0080] then, a left-hand side variation rate -- the variation rate by detecting-element 27L -- the variation rate of a signal to right-hand side -- the variation rate by detecting-element 27R -- the time of subtracting, as a signal is shown in the five following -- the variation rate of ($2\Delta Cc0$) -- a signal is detectable.

[0081]

[Equation 5] ($2\Delta Cg0$) = $+\Delta Cg0 - (-\Delta Cg0)$

[0082] for this reason, the 1st variation rate -- the variation rate of detecting elements 18L and 18R -- the variation rate which subtracted the signal -- the 2nd variation rate from a signal ($2\Delta Cc0+2\Delta Cg0$) -- the variation rate of detecting elements 27L and 27R -- the variation rate which subtracted the signal -- by subtracting a signal ($2\Delta Cg0$), as shown in the six following Only the displacement signal ($2\Delta Cc0$) based on phase murder and angular velocity ω for the displacement signal ($2\Delta Cg0$) based on acceleration G can be taken out.

[0083]

[Equation 6] ($2\Delta Cc0$) = ($2\Delta Cc0+2\Delta Cg0$) - ($2\Delta Cg0$)

[0084] Only the displacement signal based on angular velocity ω can be taken out without influencing [which joins Y shaft orientations] this of acceleration G , and the detection precision of angular velocity ω can be raised.

[0085] In addition, although the time of the 2nd oscillating object 8 displacing on left-hand side by Coriolis force F of angular velocity ω was explained Even if it is a time of the 2nd oscillating object 8 displacing on right-hand side by Coriolis force F , almost similarly in the displacement detecting elements 18L and 18R of left-hand side and right-hand side the variation rate based on angular velocity ω and acceleration G -- capacity ($-\Delta Cc0+\Delta Cg0$) and ($+\Delta Cc0-\Delta Cg0$) -- detecting -- the variation rate of left-hand side and right-hand side -- the variation rate based on acceleration G at detecting elements 27L and 27R -- capacity ($+\Delta Cg0$) and ($-\Delta Cg0$) are detected.

[0086] therefore, the variation rate of left-hand side and right-hand side -- the variation rate of detecting elements 18L and 18R -- the variation rate which subtracted the signal -- the 2nd variation rate from a signal $\{2x(-\Delta Cc0)+2\Delta Cg0\}$ -- the variation rate of detecting elements 27L and 27R -- the variation rate which subtracted the signal -- by subtracting a signal ($2\Delta Cg0$), as shown in the seven following The displacement signal $\{2x(-\Delta Cc0)\}$ based on phase murder and angular velocity ω for the displacement signal ($2\Delta Cg0$) based on acceleration G can be taken out.

[0087]

[Equation 7] $\{2x(-\Delta Cc0)\} = \{2x(-\Delta Cc0)+2\Delta Cg0\} - (2\Delta Cg0)$

[0088] The 1st displacement detecting element 18L and 18R which detects the displacement capacity to Y shaft orientations produced on the 2nd oscillating object 8 when angular velocity ω joins the surroundings of the Z-axis with the gestalt of this operation at a substrate 2 in this way, When acceleration G joins Y shaft orientation, the 2nd displacement detecting element 27L and 27R which detects the displacement capacity to Y shaft orientations produced on the 3rd oscillating object 22 is formed. Thereby, the displacement capacity of the 2nd oscillating object 8 produced with acceleration G can be calculated using the displacement capacity of the 3rd oscillating object 22 detected by the displacement detecting elements 27L and 27R.

[0089] For this reason, it adds to the 2nd oscillating object 8 displacing with angular velocity ω . acceleration G -- displacing -- the 1st variation rate -- the variation rate detected by detecting elements 18L and 18R -- the variation rate according [capacity] to angular velocity ω -- the variation rate by capacity and acceleration G, even when capacity is included the 2nd variation rate -- the variation rate detected by detecting elements 27L and 27R -- capacity - - using -- the 1st variation rate -- the variation rate detected by detecting elements 18L and 18R -- the variation rate according to acceleration G among capacity -- capacity can be offset. Thereby, the detection sensitivity of angular velocity ω can be improved.

[0090] Moreover, the 3rd supporting beam 21 has a spring constant almost equal to the spring constant of the 2nd supporting beam 7, and since the 3rd oscillating object 22 has mass almost equal to the 2nd oscillating object 8, when acceleration G joins Y shaft orientation, it displaces only an amount with almost equal 2nd oscillating object 8 and 3rd oscillating object 22. For this reason, displacement capacity when the 2nd oscillating object 8 displaces with acceleration G can be obtained by detecting the displacement capacity of the 3rd oscillating object 22 by the 2nd displacement detecting element 27L and 27R. For this reason, the displacement capacity by acceleration G can be easily offset among the displacement capacity detected by the 1st displacement detecting element 18L and 18R, without performing various operations.

[0091] In addition, although the case where electrode plate 13A of six sheets and the movable side vibrating electrode 13 was made into seven sheets for electrode plate 12A of the fixed side vibrating electrode 12 was illustrated with the gestalt of operation, it is good not only as for this but seven sheets or more, and the driving force generated in the oscillating generating section 17 by increasing number of sheets can be increased.

[0092] Moreover, although the case where the electrode plates 16B and 26B of six sheets and the movable side detection electrodes 16 and 26 were made into six sheets for the electrode plates 15B and 25B of the fixed side detection electrodes 15 and 25 was illustrated with the gestalt of operation The detection sensitivity in the displacement detecting elements 18L and 27L (18R, 27R) can be raised not only this but by being good as for eight or more sheets, and increasing number of sheets.

[0093] [Effect of the Invention] As explained in full detail above, while preparing the angular-velocity detecting element which detects to a substrate the variation rate to the 2nd shaft orientations produced on the 2nd oscillating object, and detects the angular velocity which joins the circumference of the 3rd shaft according to invention of claim 1, the acceleration detecting element which detects the acceleration which joins the 2nd shaft orientations in a different location from this angular-velocity detecting element is prepared. Even when acceleration joins the whole sensor and the 2nd oscillating object displaces with acceleration by this, an acceleration detecting element can detect the amount of displacement of the 2nd oscillating object by acceleration. For this reason, by using the signal outputted from an acceleration detecting element, it can be based on acceleration among the signals outputted from an angular-velocity detecting element, thing offset can be carried out, and the detection sensitivity of angular velocity can be improved.

[0094] Moreover, according to invention of claim 2, the 3rd supporting beam has a spring constant almost equal to the spring constant of the 2nd supporting beam, and since the 3rd oscillating object has mass almost equal to the 2nd oscillating object, when acceleration joins the 2nd shaft orientations, it displaces only an amount with almost equal 2nd oscillating object and 3rd oscillating object. For this reason, an acceleration detection means can detect the variation rate of the 3rd oscillating object, and the amount of displacement of the 2nd oscillating object by acceleration can be detected. For this reason, what is depended on acceleration among the variation rates detected by the angular-velocity detection means can be offset easily, without performing various operations.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the front view showing the angular-velocity sensor by the gestalt of operation.

[Drawing 2] It is drawing of longitudinal section seen from [in drawing 1] **** II-II.

[Drawing 3] It is the front view expanding and showing the condition of the 2nd oscillating object at the time of the first stage etc.

[Drawing 4] It is the front view expanding and showing the condition of the 2nd oscillating object when angular velocity ω joining the circumference of the Z-axis etc.

[Drawing 5] While angular velocity ω joins the circumference of the Z-axis, it is the front view expanding and showing the condition of the 2nd oscillating object when acceleration G joining Y shaft orientations etc.

[Drawing 6] It is the front view expanding and showing the condition of the 3rd oscillating object when acceleration G joining Y shaft orientations etc.

[Description of Notations]

1 Angular-Velocity Sensor

2 Substrate

3 Angular-Velocity Detecting Element

5 1st Supporting Beam

6 1st Oscillating Object

7 2nd Supporting Beam

8 2nd Oscillating Object

18L, 18R 1st displacement detecting element (angular-velocity detection means)

19 Acceleration Detecting Element

21 3rd Supporting Beam

22 3rd Oscillating Object

27L, 27R 2nd displacement detecting element (acceleration detection means)

[Translation done.]

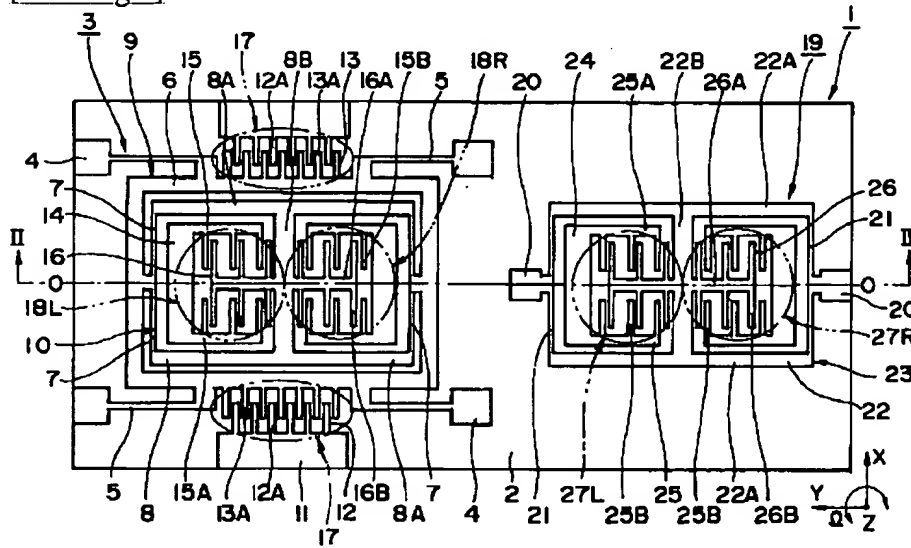
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

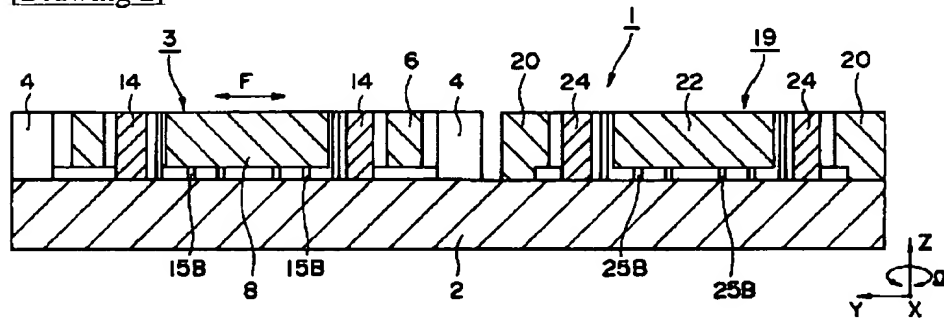
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

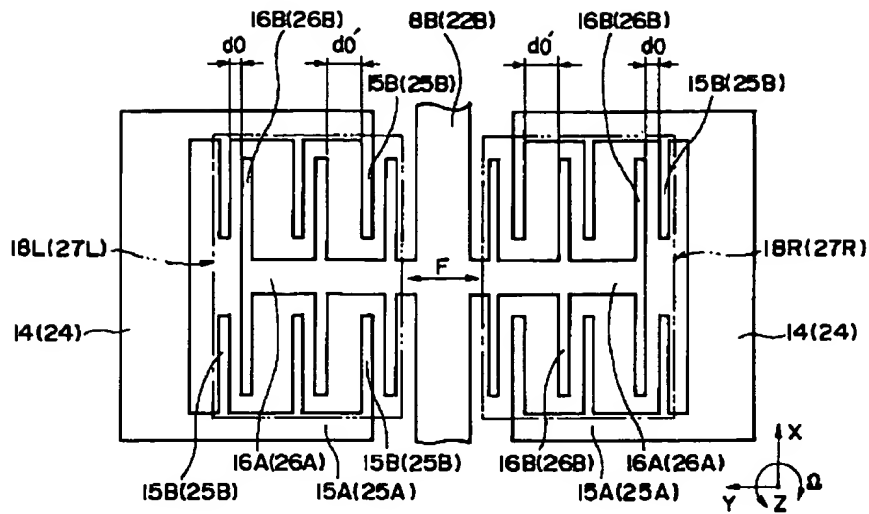
[Drawing 1]



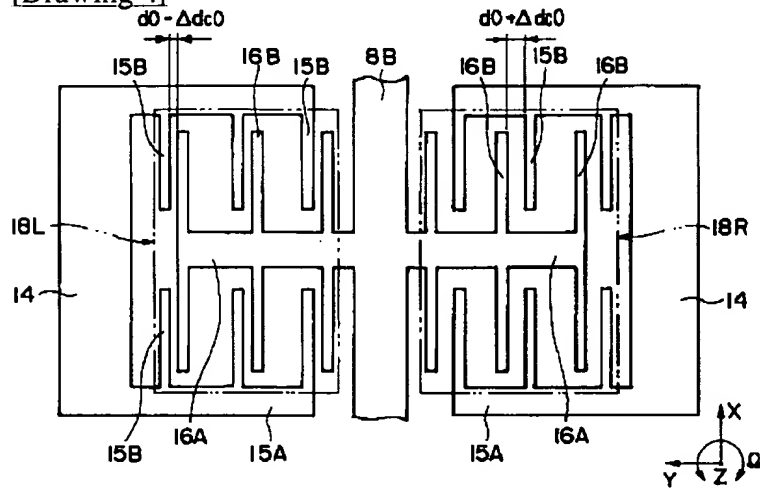
[Drawing 2]



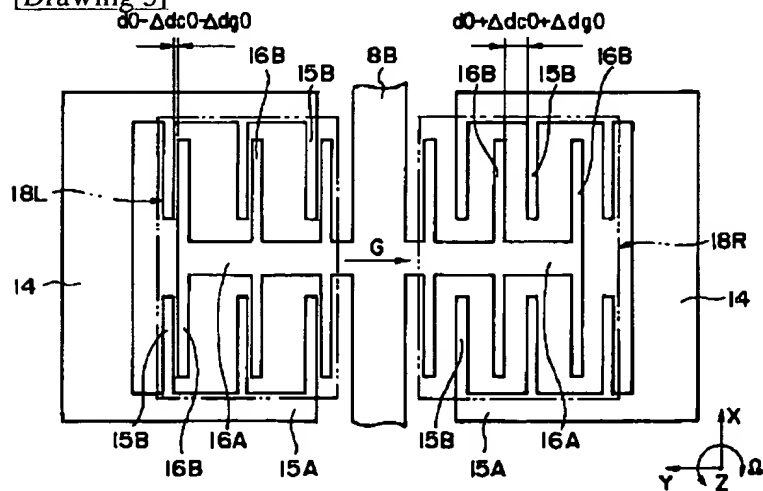
[Drawing 3]



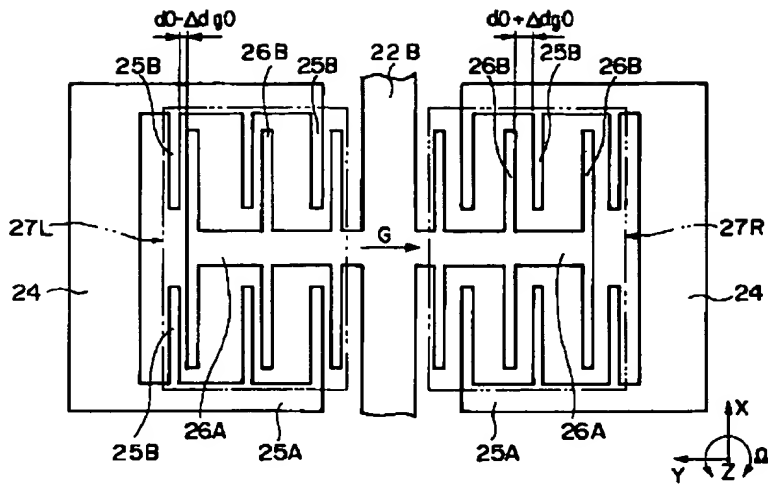
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-28365

(P2000-28365A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード (参考)
G 0 1 C 19/56		G 0 1 C 19/56	2 F 1 0 5
G 0 1 P 9/04		G 0 1 P 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-211844

(22) 出願日 平成10年7月10日 (1998.7.10)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 根来 泰宏

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 森屋 和文

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100079441

弁理士 広瀬 和彦

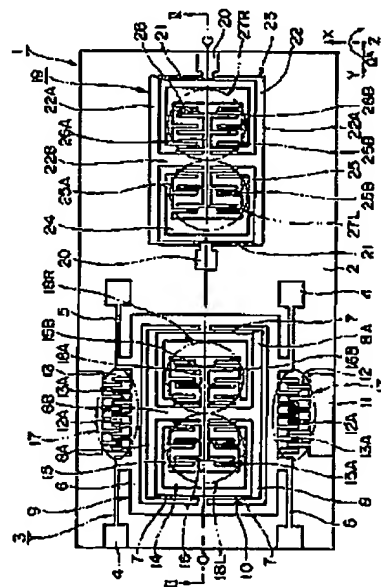
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角速度センサ

(57) 【要約】

【課題】 加速度が加わったときでも、加速度による影響を受けることなく角速度を検出し、角速度の検出感度を高める。

【解決手段】 基板2には、2軸周りの角速度 Ω を検出する角速度検出要素3を設けると共に、この角速度検出要素3とは異なる位置でY軸方向に加わる加速度を検出する加速度検出要素19を設ける。そして、角速度検出要素3を第1、第2の支持梁5、7、第1、第2の振動体6、8等から構成する。また、加速度検出要素19を、第3の支持梁21、第3の振動体22等から構成する。そして、第1の変位検出部18L、18Rは第2の振動体8のY軸方向の変位を検出し、角速度 Ω を検出する。また、第2の変位検出部27L、27Rは第3の振動体22のY軸方向の変位を検出し、加速度による第2の振動体8の変位を検出する。



(2)

特開2000-28365

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、該基板に設けられ該基板に対して水平方向に直交する第1、第2の軸と垂直に直交する第3の軸の周りに加わる角速度を検出する角速度検出要素とを備え、

該角速度検出要素を、前記基板に第1の支持梁によって支持され、第1の軸の方向に振動可能に設けられた第1の振動体と、該第1の振動体に第2の支持梁によって支持され、前記第1、第2の軸の方向に振動可能に設けられた第2の振動体と、前記第1の振動体を第1の軸の方向に振動させる振動発生手段と、該振動発生手段により第1の振動体に第1の軸の方向に振動を与えている状態で、第3の軸の周りに角速度が加わったとき前記第2の振動体に生じる第2の軸方向への変位を検出する角速度検出手段により構成してなる角速度センサにおいて、前記基板には角速度検出要素と異なる位置に第2の軸の方向に加わる加速度を検出する加速度検出要素を設け、該加速度検出要素を、第3の支持梁によって支持され第2の軸の方向に振動可能な第3の振動体と、第2の軸の方向に加速度が加わったとき該第3の振動体に生じる第2の軸方向への変位を検出する加速度検出手段により構成したことを特徴とする角速度センサ。

【請求項2】 前記第3の支持梁は、前記第2の支持梁のばね定数とほぼ等しいばね定数を有し、前記第3の振動体は、前記第2の振動体とほぼ等しい質量を有してなる請求項1に記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば移動する物体、回転体等に作用する角速度を検出するのに用いて好適な角速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、従来技術による角速度センサとしては、特開平5-312576号公報等に記載されたものが知られている。

【0003】ここで、この特開平5-312576号公報に記載された角速度センサは、基板と、該基板に設けられ、該基板に対して水平方向に直交する第1、第2の軸と垂直に直交する第3の軸の周りに加わる角速度を検出する角速度検出要素とを備えている。

【0004】そして、この角速度検出要素は、基板に第1の支持梁によって支持され、第1の軸の方向に振動可能に設けられた第1の振動体と、該第1の振動体に第2の支持梁によって支持され、前記第1、第2の軸の方向に振動可能に設けられた第2の振動体と、前記第1の振動体を第1の軸の方向に振動させる振動発生手段と、該振動発生手段により第1の振動体に第1の軸の方向に振動を与えている状態で、第3の軸の周りに角速度が加わったとき前記第2の振動体に生じる第2の軸方向への変位を検出する角速度検出手段とから大略構成されてい

る。

【0005】ここで、この角速度センサでは、振動発生手段により第1の振動体を基板に対して平行な第1の軸の方向に振動させると、該第1の振動体に第2の支持梁によって支持された第2の振動体も同一軸の方向となる第1の軸の方向に振動する。この第2の振動体が振動している状態で、センサ全体が該基板と垂直な回転軸（第3の軸）を中心として回転すると、この回転力に応じたコリオリ力によって、第2の振動体は第1の振動体の振動方向と直交する方向（第2の軸の方向）に振動する。そして、角速度検出手段は、該第2の振動体の振動時の変位量を検出することにより、センサ全体に加わった角速度を検出することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来技術による角速度センサでは、第2の軸の方向に加速度が加わったときには、この加速度によって第2の振動体が第2の軸の方向に変位する。このとき、角速度検出手段は、このような加速度による第2の振動体の変位量も角速度によるものとして検出する。即ち、センサ全体が基板に垂直な第3の軸を中心として回転しないときであっても、第2の軸の方向に加速度が加わったときには、角速度検出手段は、第2の振動体の変位量を検出してしまう。

【0007】このように、第2の軸の方向に加速度が加わったときには、この加速度による第2の振動体の変位量がノイズとして加わってしまうため、角速度の検出精度が低下するという問題がある。

【0008】本発明は上述した従来技術の問題に鑑みながらなされたもので、本発明は第2の軸の方向に加速度が加わったときでも、第3の軸の周りに加わる角速度が検出可能な角速度センサを提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明は、基板と、該基板に設けられ該基板に対して水平方向に直交する第1、第2の軸と垂直に直交する第3の軸の周りに加わる角速度を検出する角速度検出要素とを備え、該角速度検出要素を、前記基板に第1の支持梁によって支持され、第1の軸の方向に振動可能に設けられた第1の振動体と、該第1の振動体に第2の支持梁によって支持され、前記第1、第2の軸の方向に振動可能に設けられた第2の振動体と、前記第1の振動体を第1の軸の方向に振動させる振動発生手段と、該振動発生手段により第1の振動体に第1の軸の方向に振動を与えている状態で、第3の軸の周りに角速度が加わったとき前記第2の振動体に生じる第2の軸方向への変位を検出する角速度検出手段により構成された角速度センサに適用される。

【0010】そして、請求項1の発明が採用する構成の特徴は、前記基板には角速度検出要素と異なる位置に第

(3)

特開2000-28365

3

4

2の軸の方向に加わる加速度を検出する加速度検出要素を設け、該加速度検出要素を、第3の支持梁によって支持され第2の軸の方向に振動可能な第3の振動体と、第2の軸の方向に加速度が加わったとき該第3の振動体に生じる第2の軸方向への変位を検出する加速度検出手段により構成したことにある。

【0011】このように構成したことにより、基板に設けられた角速度検出要素は第3の軸周りに加わる角速度を検出する。即ち、振動発生手段は第1、第2の振動体を第1の軸方向に振動させる。そして、第2の振動体が第1の軸の方向に振動している状態で、センサ全体に第3の軸周りに角速度が加わったときには、この角速度に応じたコリオリ力によって、第2の振動体は第2の軸の方向に向けて振動する。このため、角速度検出手段は、第2の振動体の振動時の変位量を検出し、センサ全体に加わった角速度を検出する。

【0012】また、角速度検出要素と異なる位置で基板に設けられた加速度検出要素は、角速度検出要素を含むセンサ全体に対して加わる第2の軸方向の加速度を検出する。即ち、センサ全体に第2の軸方向の加速度が加わったときには、第3の振動体は第2の軸の方向に変位する。このとき、加速度検出手段は、第3の振動体の変位量を検出するから、センサ全体に加わった角速度のみを検出する。

【0013】一方、センサ全体に第2の軸方向の加速度が加わったときには、第2の振動体も第2の軸の方向に変位するから、角速度検出手段は、センサ全体に加わった角速度に加えて加速度をも検出する。このとき、角速度検出手段の検出信号から加速度検出手段の検出信号を相殺することによって、センサ全体に加わった角速度のみを検出することができる。

【0014】また、請求項2の発明は、第3の支持梁は、前記第2の支持梁のばね定数とほぼ等しいばね定数を有し、前記第3の振動体は、前記第2の振動体とほぼ等しい質量を有する構成としたことにある。

【0015】これにより、センサ全体に第2の軸方向の加速度が加わったときには、この加速度によって第3の振動体が第2の軸の方向に変位する変位量と第2の振動体が第2の軸の方向に変位する変位量とをほぼ等しくすることができる。このため、角速度検出手段によって第3の振動体の変位量を検出することによって、加速度による第2の振動体の変位量を検出することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る角速度センサの実施の形態を、図1ないし図5を参照しつつ詳細に説明する。

【0017】1は角速度センサ、2は該角速度センサ1の基台をなす矩形状に形成された基板で、該基板2は例えばガラス材料によって形成されている。また、基板2には後述の角速度検出要素3と加速度検出要素19とが

設けられている。そして、角速度検出要素3は角速度センサ1に加わる角速度を検出すると共に、加速度検出要素19は角速度センサ1に加わる加速度を検出する。

【0018】3は基板2上にP、Sb等がドーピングされた低抵抗なポリシリコン、単結晶シリコン等によって形成された角速度検出要素で、該角速度検出要素3は基板2の左側に配設され、後述の支持部4、第1の支持梁5、第1の振動体6、第2の支持梁7、第2の振動体8等から構成されている。

【0019】4、4、…は基板2上に設けられた4個の支持部で、該支持部4は略四角形状をなす角速度検出要素3の四隅に配置されている。そして、各支持部4には、第1の支持梁5の基端側が取付けられ、これら合計4本の支持梁5は角速度検出要素3の中央部に向けてY軸（第2の軸）方向に延びている。また、第1の支持梁5の先端側には、第1の振動体6が取付けられている。このため、これら合計4本の支持梁5によって、第1の振動体6はX軸（第1の軸）方向に振動可能に支持されている。

【0020】6は第1の支持梁5によってX軸の方向に変位可能に前記基板2の表面から離間した状態で支持された第1の振動体で、該第1の振動体6は長方形の枠状に形成され、第1の振動体6の枠内には第2の支持梁7、第2の振動体8等が配設されている。また、第1の振動体6の前、後の長尺辺には、後述する可動側振動電極13、13が枠外に向けて突出して形成されている。

【0021】7、7、…は4本の第2の支持梁で、該各支持梁7は、基端側が第1の振動体6の短尺辺の中央に取付けられ、第1の振動体6の枠内でX軸方向に延びている。そして、各支持梁7の先端側は、第2の振動体8に取付けられている。

【0022】8は第1の振動体6の枠内に配設された第2の振動体で、該第2の振動体8は、Y軸方向に延びる2本の腕部8Aと、該各腕部8Aを連結する連結部8Bとによって略H字状に形成され、各腕部8Aの両端側が各支持梁7の先端側に取付けられている。このため、第2の振動体8は、4本の支持梁7を介して第1の振動体6に取付けられ、Y軸の方向に振動可能となっている。また、第2の振動体8の連結部8Bの中心には、左、右に向けて後述する可動側検出電極16、16が形成されている。

【0023】ここで、第1の支持梁5、第1の振動体6、第2の振動体8によって第1の軸方向となるX軸方向へ振動する振動系9を構成し、前記第2の支持梁7、第2の振動体8によって第2の軸方向となるY軸方向へ振動する検出系10を構成する。そして、前記振動系9は、第1の振動体6と第2の振動体8の質量と、第1の支持梁5のばね定数によって設定される振動側共振周波数 f_1 を有し、検出系10は、第2の振動体8の質量と、第2の支持梁7のばね定数によって設定される検出

(4)

特開2000-28365

5

6

側共振周波数 f_2 を有している。

【0024】また、振動系9の振動側共振周波数 f_1 と検出系10の検出側共振周波数 f_2 とはほぼ等しい値に設定されている。これにより、第2の振動体8に作用するコリオリ力 F を大きくし、2軸(第3の軸)の周りに角速度 Ω が加わったときに、第2の振動体8をより大きくY軸方向に変位させることができる。

【0025】11、11は基板2上の前、後方向に離間して設けられた振動用固定部で、該各振動用固定部11は第1の振動体6を前、後から挟み、基板2上に固定して設けられている。

【0026】12、12は振動用固定部11から第1の振動体6に向けて突出して形成された固定側振動電極で、該各固定側振動電極12は、振動用固定部11に向けて突出して形成された6枚の電極板12Aによって構成されている。そして、各電極板12Aは、第1の振動体6に一体形成された後述の各電極板13Aと隙間をもって交互に対面している。

【0027】13、13は第1の振動体6に形成された可動側振動電極で、該各可動側振動電極13は、振動体6の前、後の長尺辺に配設されている。そして、可動側振動電極13は、振動用固定部11に向けて前、後方向に突出した7枚の電極板13Aによって構成され、これらの電極板13Aはくし状に配置されている。そして、可動側振動電極13は、固定側振動電極12と共に振動発生部17を構成するものである。

【0028】14、14は左、右方向に離間して基板2に設けられた検出用固定部で、該各検出用固定部14は第2の支持梁7と第2の振動体8とによって取囲まれた空間内に配設されている。

【0029】15、15は検出用固定部14に設けられた固定側検出電極で、該各固定側検出電極15は、検出用固定部14の前、後両側から左、右方向に延びる腕部15Aと、後述する可動側検出電極16の各電極板16Bと隙間をもって交互に対面するように、該腕部15Aから内側に向けて突出形成された6枚の電極板15Bとから構成される。

【0030】16、16は第2の振動体8の連結部8Bの中心から左、右に向けて突出して形成された可動側検出電極で、該各可動側検出電極16は、軸線O-Oに沿ってY軸方向に延びる腕部16Aと、該腕部16Aに均等間隔で前、後方向(X軸方向)に向けて延びる6枚の電極板16Bとによってアンテナ状に形成されている。そして、可動側検出電極16は固定側検出電極15と共に第1の変位検出部18L、18Rを構成するものである。

【0031】そして、角速度検出要素3は各支持部4のみが基板2に固着され、第1の支持梁5、第1の振動体6、第2の支持梁7、第2の振動体8は前記基板2から所定間隔を離間した状態で4点支持されている。また、

各第1の支持梁5はY軸方向に伸長しているからX軸方向に揺させることにより、第1の振動体6をX軸の方向に変位させ、各第2の支持梁7はX軸方向に伸長しているからY軸方向に揺させることにより、第2の振動体8をY軸の方向に変位させることができる。

【0032】17、17は前、後方向に離間して設けられた振動発生部で、該各振動発生部17は、固定側振動電極12と可動側振動電極13とによって構成され、固定側振動電極12の各電極板12Aと、可動側振動電極13の各電極板13Aとの間にはそれぞれ等しい隙間が形成されている。

【0033】ここで、固定側振動電極12と可動側振動電極13との間に逆位相となる周波数 f_0 のパルス波または正弦波等の駆動信号を印加すると、前、後に位置した電極板12A、13A間には静電引力が交互に発生し、各振動発生部17で近接、離間を繰り返す。これにより、各振動発生部17は、第1の振動体6、第2の振動体8等をX軸の方向に振動させるものである。

【0034】18L、18Rは角速度検出手段としての左、右に位置する第1の変位検出部で、該各変位検出部18L、18Rは固定側検出電極15と可動側検出電極16とによって構成されている。

【0035】また、各変位検出部18L、18Rは、初期時においては図3に示す状態にあり、固定側検出電極15の電極板15Bと可動側検出電極16の電極板16Bとを交互に対面させるとき、左側の変位検出部18Lの隣合う電極板15B、16Bの離間寸法は、隙間の狭い離間寸法 d_0 と隙間の広い離間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。

【0036】一方、右側の変位検出部18Rも左側の変位検出部18Lと同様に構成され、隣合う電極板15B、16Bの離間寸法は、隙間の狭い離間寸法 d_0 と隙間の広い離間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。そして、左側の変位検出部18Lの電極板15B、16Bの離間寸法 d_0 、 d_0' と右側の変位検出部18Rの電極板15B、16Bの離間寸法 d_0 、 d_0' とは、連結部8Bを挟んで左、右両側で対称の関係になっている。

【0037】このため、初期時において、隙間の狭い離間寸法 d_0 による平行平板コンデンサの静電容量 C_0 と、同じく初期時において隙間の広い離間寸法 d_0' による平行平板コンデンサの静電容量 C_0' との関係は、下記数1のようになる。

【0038】

【数1】 $C_0 > C_0'$

【0039】このため、角速度検出要素3が作動していない初期時には、隙間の狭い離間寸法 d_0 側のみが平行平板コンデンサとして構成されている。この結果、角速度検出センサ1に角速度 Ω が作用したときには、各変位検出部18L、18Rは、各電極板15B、16B間の

(5)

特開2000-28365

7

8

隙間の狭い隙間寸法 d_0 の変化を静電容量の変化として検出するものである。

【0040】19は角速度検出要素3と同様にポリシリコン、単結晶シリコン等によって基板2上に形成された加速度検出要素で、該加速度検出要素19は、角速度検出要素3とは異なる位置として図1、図2に示すように基板2の右側に配設され、後述の支持部20、第3の支持梁21、第3の振動体22等から構成されている。

【0041】20、20は基板2上に設けられた2個の支持部で、該各支持部20は略四角形状をなす加速度検出要素19の左、右方向両端側に配設されている。そして、各支持部20には、第3の支持梁21に2本ずつ取付けられ、それぞれX軸方向に向って延びている。また、各支持梁21の先端側は、第3の振動体22に取付けられている。そして、第3の支持梁21は、長尺状に延びる長さ寸法等が第2の支持梁7とはほぼ等しい寸法に形成されているため、そのばね定数も第2の支持梁7とはほぼ等しい値となっている。

【0042】22は第3の振動体で、該第3の振動体22は、第2の振動体8とはほぼ同様に2本の腕部22Aと該各腕部22Aを連結する連結部22Bとによって略H字状に形成され、各腕部22Aの両端側が各支持梁21の先端側に取付けられている。このため、第3の振動体22は、4本の支持梁21を介して支持部20に取付けられ、Y軸（第2の軸）方向に振動可能となっている。また、第3の振動体22の連結部22Bの中心には、左、右に向けて後述する可動側検出電極26、26が形成されている。そして、第3の振動体22の質量は、第2の振動体8の質量とはほぼ等しい値に設定されている。

【0043】ここで、第3の支持梁21、第3の振動体22によって第2の軸方向となるY軸の方向へ振動する検出系23を構成する。そして、検出系23は、第3の振動体22の質量と、第3の支持梁21のばね定数によって設定される検出側共振周波数 f_3 を有している。また、第3の振動体22の質量は第2の振動体8とはほぼ等しく、第3の支持梁21のばね定数は第2の支持梁7のばね定数とはほぼ等しくなっているから、検出系23の検出側共振周波数 f_3 は検出系10の検出側共振周波数 f_2 とはほぼ等しい値に設定されている。

【0044】24、24は左、右方向に離間して基板2に設けられた検出用固定部で、該各検出用固定部24は第3の支持梁21と第3の振動体22とによって取囲まれた空間内に配設されている。

【0045】25、25は検出用固定部24に設けられた固定側検出電極で、該各固定側検出電極25は、検出用固定部24の前、後両側から左、右方向に延びる腕部25Aと、後述する可動側検出電極26の各電極板26Bと隣接をもって交互に対面するように、該腕部25Aから内側に向けて突出して形成された6枚の電極板25Bとから構成される。

10

20

30

40

50

【0046】26、26は第3の振動体22の連結部22Bの中心から左、右に向けて形成された可動側検出電極で、該各可動側検出電極26は、第2の振動体8の可動側検出電極16とはほぼ同様に形成され、軸線O-Oに沿ってY軸方向に延びる腕部26Aと、該腕部26Aに均等間隔で前、後方向（X軸方向）に向けて延びる6枚の電極板26Bとによってアンテナ状に形成されている。そして、該可動側検出電極26は固定側検出電極25と共に第2の変位検出部27L、27Rを構成するものである。

【0047】そして、加速度検出要素19は各支持部20のみが基板2に固着され、第3の支持梁21、第3の振動体22は前記基板2から所定間隔を離間した状態で2点支持されている。また、各第3の支持梁21はX軸方向に伸長しているからY軸方向に揺れさせることにより、第3の振動体22をY軸の方向に変位させることができる。

【0048】27L、27Rは加速度検出手段としての左、右に位置する第2の変位検出部で、該各変位検出部27L、27Rは、固定側検出電極25と可動側検出電極26とによって構成されている。

【0049】また、各変位検出部27L、27Rは、図3に示すように角速度検出要素3の変位検出部18L、18Rとはほぼ同様に構成されている。即ち、初期時において、固定側検出電極25の電極板25Bと可動側検出電極26の電極板26Bとを交互に対面させるとき、左側の変位検出部27Lの隣合う電極板25B、26Bの隙間寸法は、隙間の狭い隙間寸法 d_0 と隙間の広い隙間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。

【0050】一方、右側の変位検出部27Rの隣合う電極板25B、26Bの隙間寸法は、隙間の狭い隙間寸法 d_0 と隙間の広い隙間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。そして、左側の変位検出部27Lの電極板25B、26Bの隙間寸法 d_0 、 d_0' と右側の変位検出部27Rの電極板25B、26Bの隙間寸法 d_0 、 d_0' とは、連結部22Bを挟んで左、右両側で反対称の関係になっている。

【0051】このため、各変位検出部27L、27Rは、第1の変位検出部18L、18Rと同様に隙間の狭い隙間寸法 d_0 側のみの平行平板コンデンサとして構成され、隙間寸法 d_0 側の静電容量 C_1 は、第1の変位検出部18L、18Rの静電容量 C_0 とはほぼ等しい値に設定されている。この結果、角速度検出要素1に加速度 G が作用したときには、変位検出部27L、27Rは、各電極板25B、26B間の隙間の狭い隙間寸法 d_0 の変化を静電容量の変化として検出する。

【0052】本実施の形態による角速度センサ1は、上述した如くに構成され、次に2軸周りに角速度 Ω を加えた場合の基本的な検出動作について図4を参照しつつ説明する。

(6)

特開2000-28365

9

10

【0053】まず、角速度検出要素3については、左右に位置した振動発生部17に逆位相となる駆動信号を印加すると、各電極板12A、13A間に静電引力が左右の振動発生部17、17に対して交互に作用し、第1の振動体6と第2の振動体8はX軸の方向に振動を発生する。この場合、第1の支持梁5がX軸方向に揺むだけで、第2の支持梁7はX軸方向には揺まないから、第2の振動体8もX軸の方向にのみ振動する。

【0054】この状態で、Z軸（第3の軸）の周りに角速度 Ω が加わると、Y軸（第2の軸）方向に下記の数2に示すコリオリ力（慣性力）が発生する。

【0055】

【数2】 $F = 2m\Omega v$

m：第2の振動体8の質量

Ω ：角速度

v：第2の振動体8のX軸方向の速度

【0056】そして、このコリオリ力Fによって、第2の振動体8はY軸の方向に振動し、この第2の振動体8の振動変位を、第1の変位検出部18L、18Rでは、固定側検出電極15と可動側検出電極16との間の静電容量の変化として検出し、Z軸周りの角速度 Ω を検出することができる。

【0057】特に、第1の変位検出部18L、18Rの各電極板15B、16Bは、連結部8Bを挟んで左、右両側で、離間寸法 d_0 、 d_0' の離間関係が線対称となるように配設されている。このため、図4に示すように、第2の振動体8が左側に変位したときには、連結部8Bの左側の変位検出部18Lでは、電極板15B、16B間の離間寸法 d_0 が変位寸法 $(-\Delta d_{c0})$ だけ小さく

* くなる。このとき、左側の変位検出部18Lは、変位容量 $(+\Delta C_{c0})$ の変位信号を出力する。

【0058】ここで、変位寸法 $(-\Delta d_{c0})$ とは、コリオリ力Fによって第2の振動体8が変位し、電極板15B、16B間の離間寸法が初期時の離間寸法 d_0 に対して減少したときの離間寸法の変化分を示している。また、変位容量 $(+\Delta C_{c0})$ とは、電極板15B、16B間の離間寸法が変位寸法 $(-\Delta d_{c0})$ だけ減少し、電極板15B、16B間の静電容量が初期時の静電容量 C_0 に対して増加したときの静電容量の変化分を示している。

【0059】一方、連結部8Bの右側の変位検出部18Rでは、電極板15B、16B間の離間寸法 d_0 が変位寸法 $(+\Delta d_{c0})$ だけ大きくなる。このとき、右側の変位検出部18Rは、変位容量 $(-\Delta C_{c0})$ の変位信号を出力する。即ち、第2の振動体8が左側に変位したときには、左側、右側の変位検出部18L、18Rの変位寸法、変位容量は下記表1に示ようになる。

【0060】ここで、変位寸法 $(+\Delta d_{c0})$ とは、コリオリ力Fによって第2の振動体8が変位し、電極板15B、16B間の離間寸法が初期時の離間寸法 d_0 に対して増加したときの離間寸法の変化分を示している。また、変位容量 $(-\Delta C_{c0})$ とは、電極板15B、16B間の離間寸法が変位寸法 $(+\Delta d_{c0})$ だけ増加し、電極板15B、16B間の静電容量が初期時の静電容量 C_0 に対して減少したときの静電容量の変化分を示している。

【0061】

【表1】

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部18L	$-\Delta d_{c0}$	$+\Delta C_{c0}$
右側の変位検出部18R	$+\Delta d_{c0}$	$-\Delta C_{c0}$

【0062】そして、左側の変位検出部18Lによる変位信号から右側の変位検出部18Rによる変位信号を下記数3に示す如く減算することにより、 $\{2 \times \Delta C_{c0}\}$ の変位信号を検出することができる。これにより、角速度 Ω の検出精度を高めることができる。

【0063】

【数3】 $\{2 \times \Delta C_{c0}\} = +\Delta C_{c0} - (-\Delta C_{c0})$

【0064】一方、加速度検出要素19については、コリオリ力Fは作用しないから、Z軸周りの角速度 Ω が加わったときでも、第3の振動体22が変位することはない。このため、第2の変位検出部27L、27Rでは、固定側検出電極25と可動側検出電極26との間の静電容量 C_1 は変化せず、第2の変位検出部27L、27Rから変位信号が出力されることはない。

【0065】なお、第2の振動体8が角速度 Ω のコリオリ

力Fによって左側に変位したときについて説明したが、第2の振動体8がコリオリ力Fによって右側に変位したときであっても、変位容量の符号が変わる以外はほぼ同様の変位信号を検出することができる。即ち、左側の変位検出部18Lでは変位容量 $(-\Delta C_{c0})$ の変位信号を出力し、右側の変位検出部18Rでは変位容量 $(+\Delta C_{c0})$ の変位信号を出力する。このため、数3と同様に2つの変位信号を減算することによって、 $\{2 \times (-\Delta C_{c0})\}$ の変位信号を検出することができる。

【0066】次に、Z軸周りに角速度 Ω を加えつつ、Y軸方向に加速度Gを加えた場合の検出動作について図5、図6を参照しつつ説明する。

【0067】まず、角速度検出要素3については、左右に位置した振動発生部17に逆位相となる駆動信号を印加し、第1の振動体6と第2の振動体8はX軸の方向に

(7)

特開2000-28365

11

12

振動させる。この状態で、Z軸の周りに角速度 Ω が加わると、コリオリ力Fによって、第2の振動体8はY軸の方向に振動する。

【0068】また、角速度センサ1の全体にY軸方向に沿って例えば右側に向う加速度Gが作用したときには、第2の振動体8は、この加速度Gとは逆方向となる左側に向ってY軸の方向に変位する。このように、第2の振動体8は、角速度 Ω によるコリオリ力Fと加速度Gとが作用することになる。

【0069】このため、図5に示すように、Y軸方向に沿って右側に向う加速度Gが加わると共に、第2の振動体8がコリオリ力Fによって左側に変位したときには、連結部8Bの左側の変位検出部18Lでは、電極板15B、16B間の離間寸法d0がコリオリ力Fによる変位寸法 $(-\Delta d c 0)$ に加えて加速度Gの変位寸法 $(-\Delta d q 0)$ だけ小さく $(-\Delta d c 0-\Delta d q 0)$ なる。このため、左側の変位検出部18Lは、コリオリ力Fによる変位容量 $(+\Delta C c 0)$ と加速度Gによる変位容量 $(+\Delta C q 0)$ とを加えた変位容量 $(+\Delta C c 0+\Delta C q 0)$ の変位信号を出力する。

【0070】ここで、変位寸法 $(-\Delta d q 0)$ とは、加速度Gによって第2の振動体8が変位し、電極板15B、16B間の離間寸法が初期時の離間寸法d0に対して減少したときの離間寸法の変化分を示している。また、変位容量 $(+\Delta C q 0)$ とは、電極板15B、16B間の離間寸法が変位寸法 $(-\Delta d q 0)$ だけ減少し、電極板15B、16B間の静電容量が初期時の静電容量C0に対して増加したときの静電容量の変化分を示している。

* 間寸法が変位寸法 $(-\Delta d q 0)$ だけ減少し、電極板15B、16B間の静電容量が初期時の静電容量C0に対して増加したときの静電容量の変化分を示している。

【0071】一方、連結部8Bの右側の変位検出部18Rでは、電極板15B、16B間の離間寸法d0がコリオリ力Fによる変位寸法 $(+\Delta d c 0)$ に加えて加速度Gの変位寸法 $(+\Delta d q 0)$ だけ大きく $(+\Delta d c 0+\Delta d q 0)$ なる。このため、右側の変位検出部18Rは、コリオリ力Fによる変位容量 $(-\Delta C c 0)$ と加速度Gによる変位容量 $(-\Delta C q 0)$ とを加えた変位容量 $(-\Delta C c 0-\Delta C q 0)$ の変位信号を出力する。即ち、Y軸方向に沿って右側に向う加速度Gが加わると共に、第2の振動体8がコリオリ力Fによって左側に変位したときには、左側、右側の変位検出部18L、18Rの変位寸法、変位容量は下記表2に示すようになる。

【0072】ここで、変位寸法 $(+\Delta d q 0)$ とは、加速度Gによって第2の振動体8が変位し、電極板15B、16B間の離間寸法が初期時の離間寸法d0に対して増加したときの離間寸法の変化分を示している。また、変位容量 $(-\Delta C q 0)$ とは、電極板15B、16B間の離間寸法が変位寸法 $(+\Delta d q 0)$ だけ増加し、電極板15B、16B間の静電容量が初期時の静電容量C0に対して減少したときの静電容量の変化分を示している。

【表2】

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部18L	$-\Delta d c 0-\Delta d q 0$	$+\Delta C c 0+\Delta C q 0$
右側の変位検出部18R	$+\Delta d c 0+\Delta d q 0$	$-\Delta C c 0-\Delta C q 0$

【0074】そして、左側の変位検出部18Lによる変位信号から右側の変位検出部18Rによる変位信号を下記数4に示す如く減算したときには、 $(2 \times \Delta C c 0+2 \times \Delta C q 0)$ の変位信号を検出することになる。

【0075】

【数4】 $(2 \times \Delta C c 0+2 \times \Delta C q 0)=+\Delta C c 0+\Delta C q 0-(\Delta C c 0-\Delta C q 0)$

【0076】このため、各変位検出部18L、18Rから出力される変位信号には、角速度 Ω による変位信号 $(2 \times \Delta C c 0)$ に加速度Gによる変位信号 $(2 \times \Delta C q 0)$ がノイズとして加わることになる。

【0077】一方、加速度検出要素19についても、Y軸方向の加速度Gが作用するから、加速度Gによって第3の振動体22は、図6に示すように左側に変位寸法 $\Delta d q 0$ だけ変位する。このため、第3の振動体22が加速

度Gによって左側に変位したときには、連結部22Bの左側の変位検出部27Lでは、電極板25B、26B間の離間寸法d0が変位寸法 $(-\Delta d q 0)$ だけ小さくなる。このとき、左側の変位検出部27Lは、変位容量 $(+\Delta C q 0)$ の変位信号を出力する。

【0078】一方、連結部22Bの右側の変位検出部27Rでは、電極板25B、26B間の離間寸法d0が変位寸法 $(+\Delta d q 0)$ だけ大きくなる。このとき、右側の変位検出部27Rは、変位容量 $(-\Delta C q 0)$ の変位信号を出力する。即ち、右側に向う加速度Gが加わるときには、左、右側の変位検出部27L、27Rの変位寸法、変位容量は下記表3に示すようになる。

【表3】

(8)

特開2000-28365

13

14

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部27L	$-\Delta d g_0$	$+\Delta C g_0$
右側の変位検出部27R	$+\Delta d g_0$	$-\Delta C g_0$

【0080】そこで、左側の変位検出部27Lによる変位信号から右側の変位検出部27Rによる変位信号を下記数5に示す如く減算したときには、 $(2 \times \Delta C g_0)$ の変位信号を検出することができる。

【0081】

【数5】 $(2 \times \Delta C g_0) = +\Delta C g_0 - (-\Delta C g_0)$

【0082】このため、第1の変位検出部18L、18Rの変位信号を減算した変位信号 $(2 \times \Delta C g_0 + 2 \times \Delta C g_0)$ から第2の変位検出部27L、27Rの変位信号を減算した変位信号 $(2 \times \Delta C g_0)$ を下記数6に示すように減算することにより、加速度Gに基づく変位信号 $(2 \times \Delta C g_0)$ を相殺し、角速度Ωに基づく変位信号 $(2 \times \Delta C g_0)$ のみを取り出すことができる。

【0083】

【数6】 $(2 \times \Delta C g_0) = (2 \times \Delta C g_0 + 2 \times \Delta C g_0) - (2 \times \Delta C g_0)$

【0084】これにより、Y軸方向に加わる加速度Gの影響を受けずに角速度Ωに基づく変位信号のみを取り出すことができ、角速度Ωの検出精度を向上させることができる。

【0085】なお、第2の振動体8が角速度Ωのコリオリ力Fによって左側に変位したときについて説明したが、第2の振動体8がコリオリ力Fによって右側に変位したときであっても、ほぼ同様に左側、右側の変位検出部18L、18Rでは、角速度Ωと加速度Gとに基づく変位容量 $(-\Delta C g_0 + \Delta C g_0)$ 、 $(+\Delta C g_0 - \Delta C g_0)$ を検出し、左側、右側の変位検出部27L、27Rでは、加速度Gに基づく変位容量 $(+\Delta C g_0)$ 、 $(-\Delta C g_0)$ のみを検出する。

【0086】従って、左側、右側の変位検出部18L、18Rの変位信号を減算した変位信号 $\{2 \times (-\Delta C g_0) + 2 \times \Delta C g_0\}$ から第2の変位検出部27L、27Rの変位信号を減算した変位信号 $(2 \times \Delta C g_0)$ を下記数7に示すように減算することにより、加速度Gに基づく変位信号 $(2 \times \Delta C g_0)$ を相殺し、角速度Ωに基づく変位信号 $\{2 \times (-\Delta C g_0)\}$ のみを取り出すことができる。

【0087】

【数7】 $\{2 \times (-\Delta C g_0)\} = \{2 \times (-\Delta C g_0) + 2 \times \Delta C g_0\} - (2 \times \Delta C g_0)$

【0088】かくして、本実施の形態では、基板2には、Z軸の周りに角速度Ωが加わったとき第2の振動体8に生じるY軸方向への変位容量を検出する第1の変位検出部18L、18Rと、Y軸の方向に加速度Gが加わ

ったとき第3の振動体22に生じるY軸方向への変位容量を検出する第2の変位検出部27L、27Rとを設けている。これにより、変位検出部27L、27Rによって検出された第3の振動体22の変位容量を用いて、加速度Gによって生じる第2の振動体8の変位容量を減算することができる。

【0089】このため、第2の振動体8が角速度Ωによって変位するのに加えて、加速度Gによって変位し、第1の変位検出部18L、18Rによって検出された変位容量が角速度Ωによる変位容量と加速度Gによる変位容量とを含むときでも、第2の変位検出部27L、27Rによって検出された変位容量を用いて、第1の変位検出部18L、18Rによって検出された変位容量のうち加速度Gによる変位容量を相殺することができる。これにより、角速度Ωの検出感度を向上させることができる。

【0090】また、第3の支持梁21は、第2の支持梁7のほぼ定数とほぼ等しいばね定数を有し、第3の振動体22は、第2の振動体8とほぼ等しい質量を有しているから、Y軸の方向に加速度Gが加わったときには、第2の振動体8と第3の振動体22とがほぼ等しい量だけ変位する。このため、第2の変位検出部27L、27Rによって第3の振動体22の変位容量を検出することによって、第2の振動体8が加速度Gによって変位したときの変位容量を得ることができる。このため、種々の減算を施すことなく、第1の変位検出部18L、18Rによって検出された変位容量のうち加速度Gによる変位容量を容易に相殺することができる。

【0091】なお、実施の形態では、固定側振動電極12の電極板12Aを6枚、可動側振動電極13の電極板13Aを7枚とした場合を例示したが、これに限らず、7枚以上にしてもよく、枚数を増やすことにより、振動発生部17で発生する駆動力を増やすことができる。

【0092】また、実施の形態では、固定側検出電極15、25の電極板15B、25Bを6枚、可動側検出電極16、26の電極板16B、26Bを6枚とした場合を例示したが、これに限らず、8枚以上にしてもよく、枚数を増やすことにより、変位検出部18L、27L(18R、27R)での検出感度を高めることができる。

【0093】

【発明の効果】以上詳述した如く、請求項1の発明によれば、基板には、第2の振動体に生じる第2の軸方向への変位を検出し、第3の軸周りに加わる角速度を検出する角速度検出要素を設けると共に、該角速度検出要素と

(9)

特開2000-28365

15

16

は異なる位置で第2の軸方向に加わる加速度を検出する加速度検出要素を設けている。これにより、センサ全体に加速度が加わり、第2の振動体が加速度によって変位したときでも、加速度検出要素によって、加速度による第2の振動体の変位を検出することができる。このため、加速度検出要素から出力される信号を用いることによって、角速度検出要素から出力される信号のうち加速度によるもの相殺することができ、角速度の検出感度を向上することができる。

【0094】また、請求項2の発明によれば、第3の支持梁は、第2の支持梁のばね定数とほぼ等しいばね定数を有し、第3の振動体は、第2の振動体とほぼ等しい質量を有しているから、第2の軸方向に加速度が加わったときには、第2の振動体と第3の振動体とがほぼ等しい変位だけ変位する。このため、加速度検出手段によって第3の振動体の変位を検出し、加速度による第2の振動体の変位を検出することができる。このため、種々の演算を施すことなく、角速度検出手段によって検出された変位のうち加速度によるものを容易に相殺することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態による角速度センサを示す正面図である。

【図2】図1中の矢示II-II方向からみた縦断面図である。

＊る。

【図3】初期時の第2の振動体等の状態を拡大して示す正面図である。

【図4】2軸周りに角速度 Ω が加わったときの第2の振動体等の状態を拡大して示す正面図である。

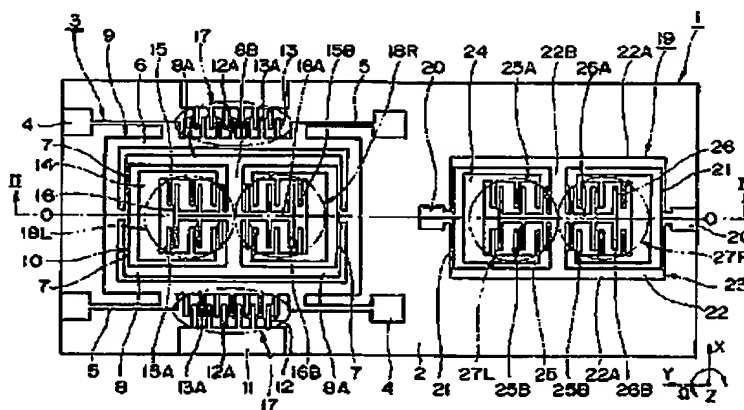
【図5】2軸周りに角速度 Ω が加わると共に、Y軸方向に加速度Gが加わったときの第2の振動体等の状態を拡大して示す正面図である。

【図6】Y軸方向に加速度Gが加わったときの第3の振動体等の状態を拡大して示す正面図である。

【符号の説明】

- 1 角速度センサ
- 2 基板
- 3 角速度検出要素
- 5 第1の支持梁
- 6 第1の振動体
- 7 第2の支持梁
- 8 第2の振動体
- 18L, 18R 第1の変位検出部（角速度検出手段）
- 19 加速度検出要素
- 21 第3の支持梁
- 22 第3の振動体
- 27L, 27R 第2の変位検出部（加速度検出手段）

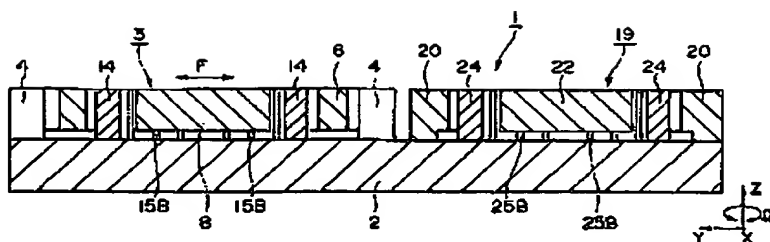
【図1】



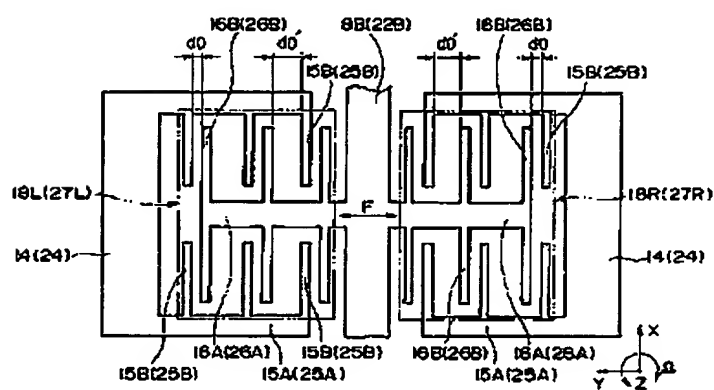
(10)

特開2000-28365

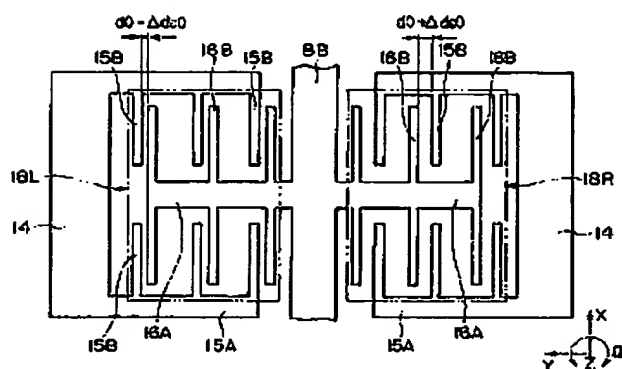
【図2】



【図3】



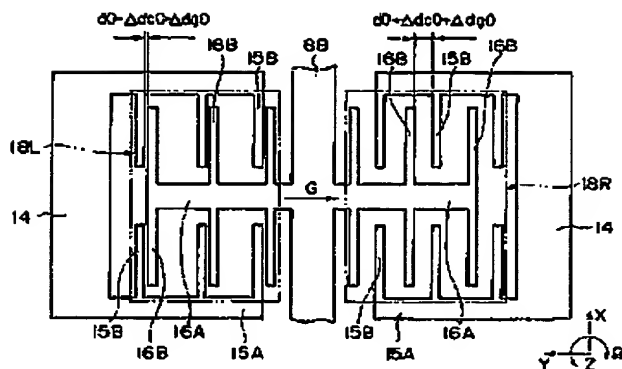
【図4】



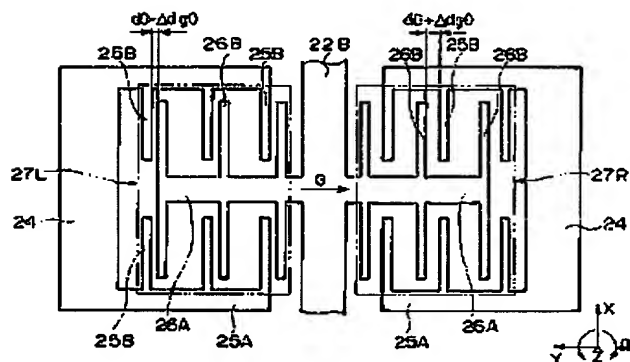
(11)

特開2000-28365

〔図5〕



〔図6〕



 フロントページの続き

(72)発明者 吉野 彰徳
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内

(72)発明者 矢地 兼雄
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内

Fターム(参考) 2F105 BB02 BB03 BB07 BB14 BB17
 CC04 CD03 CD05 CD13